

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 30 878.0
Anmeldetag: 09. Juli 2002
Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
München/DE
Bezeichnung: Verfahren und Rechnersystem zur automa-
tischen Bearbeitung von Studien bildgebender
Untersuchungssysteme
IPC: G 06 F 15/16

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 04. Oktober 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Faust", is placed over the typed name "Der Präsident".

raust

Beschreibung

Verfahren und Rechnersystem zur automatischen Bearbeitung von Studien bildgebender Untersuchungssysteme

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Bearbeitung von Studien bildgebender Untersuchungssysteme sowie ein entsprechendes Rechnersystem zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

10

Mit Hilfe moderner bildgebender Untersuchungssysteme wie beispielsweise Kernspintomographen, Computertomographen, Röntgen- oder Ultraschallgeräten lässt sich eine Vielzahl von Krankheiten frühzeitig erkennen und rechtzeitige Behandlungsmaßnahmen einleiten. Insbesondere Krankheiten wie koronare Herzerkrankungen, Lungenkrebs oder Darmkrebs, die innerhalb der industrialisierten Welt zu den häufigsten Todesursachen gehören, sind vor allem mit Schichtuntersuchungsverfahren wie Kernspintomographie oder Röntgen-Computertomographie oft schon in einem sehr frühen Stadium feststellbar. Regelmäßige Vorsorgeuntersuchungen auch nichtsymptomatischer Personen mit Hilfe solcher Methoden könnten daher sicherlich die Heilungschancen bei diesen Krankheiten erheblich verbessern. Ungünstigerweise sind solche Untersuchungen jedoch mit relativ hohen Kosten verbunden. Ein Grund für diese hohen Kosten sind u. a. die bei einer Untersuchung entstehenden sehr großen Bild-Datenmengen sowie die Zeit, die für eine Befundung durch einen Radiologen benötigt wird. Für eine Untersuchung eines Patienten müssen je nach Art der Untersuchung, beispielsweise je nachdem, ob es sich um eine einfache Untersuchung oder um eine Vergleichsuntersuchung mit und ohne Kontrastmittelgabe etc. handelt, eine oder mehrere Messserien, sogenannte Studien, aufgenommen werden. Jede dieser Studien besteht aus zumindest einem Bild, in der Regel aber aus einer Vielzahl von Bildern aus verschiedenen Schichten des Untersuchungsobjekts. In einer groben Abschätzung kann davon ausgegangen werden, dass ein Bild, welches beispielsweise im DICOM-Standard (Di-

gital Imaging and Communication) hinterlegt ist und aus einem Bild-Header, der die Informationen über den Patienten, die Aufnahmeort, den Aufnahmezeitpunkt etc. enthält, sowie den Grauwert-Informationen besteht, die das eigentliche Bild beinhalten, ein Datenvolumen von ca. 200 KB umfasst. Unter der Annahme, dass für ein komplettes Screening eines Patienten in einem Kernspintomographen bei einer Körperlänge des Patienten von 1,80 m und einem Bild pro mm insgesamt 1800 Bilder aufzunehmen sind, führt eine solche Untersuchung zu einer Datenmenge von 360 MB. Je nach Art der Untersuchung ist es unter Umständen nicht nur erforderlich, diese Bilder selbst zu bearbeiten, um die Studie zu beenden, sondern die Bilder müssen gegebenenfalls außerdem beispielsweise mit Bildern bereits vorhergehender Studien aus anderen Untersuchungen verglichen werden. Dementsprechend erhöhen sich die Datenmenge und die benötigte Zeit. Eine Lösung, die Kosten insbesondere bei Vorsorgeuntersuchungen zu verringern, wäre eine automatische Befundung. Dadurch kann zumindest die benötigte Arbeitszeit des Radiologen reduziert werden, da dieser lediglich noch in kritisch erscheinenden Fällen und/oder gegebenenfalls für eine stichprobenartige Kontrolle der Befunde zur Verfügung stehen muss. In der Praxis existieren daher bereits Verfahren und Rechnersysteme zur automatischen Bearbeitung von Studien bildgebender Untersuchungssysteme einschließlich einer kompletten Auswertung, d. h. beispielsweise einer Befundung der Studien.

Ein Problem solcher automatischen Bearbeitungen bzw. Befundungen ist jedoch die hierzu erforderliche hohe Rechenleistung, da in der Regel Berechnungsverfahren für derartige radiologische Anwendungen eine sehr große Zahl von Prozessoroperationen, d. h. Rechenoperationen, Vergleichsoperationen o. Ä., sowie eine sehr große Anzahl von Datenbankabfragen an verschiedene Datenbanken auch auf anderen Rechnern erfordern. Insbesondere bei Vergleichen mit Studien von älteren Untersuchungen müssen sehr große Datenmengen, beispielsweise von einem Archivserver, der die historischen Daten enthält, geladen

werden. Die erforderlichen Operationen und der Transport der Datenmengen belasten den betreffenden Rechner sowie das Netzwerk, an dem der Rechner und der Archivserver angeschlossen sind, entsprechend stark. Bei einer Vielzahl von automatischen Befundungen durch einen Rechner eines bildgebenden Untersuchungssystems besteht insbesondere die Gefahr, dass der aktuelle Betrieb auf dem betreffenden Untersuchungssystem in Mitleidenschaft gezogen wird und dadurch die Untersuchungsdauern verlängert werden. Insbesondere bei Untersuchungen, bei denen ein schneller Befund notwendig ist, beispielsweise bei einer Untersuchung von Patienten mit Verdacht auf Herzinfarkt oder Hirnschlag, kann dies zu kritischen Verzögerungen führen. Abgesehen davon sind längere Untersuchungszeiten auch für den Patienten relativ unbequem. Schließlich führen längere Untersuchungszeiten auch zu einer geringeren Auslastung der relativ teuren Untersuchungssysteme, was indirekt wieder mit höheren Kosten verbunden ist.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und ein Rechnersystem zur automatischen Bearbeitung von Studien bildgebender Untersuchungssysteme anzugeben, mit denen eine möglichst kostengünstige automatische Auswertung der Studien möglich ist und dabei für Anwendungen, welche schnelle Antworten erfordern, keine Nachteile entstehen.

25 Diese Aufgabe wird verfahrensmäßig dadurch gelöst, dass den von einem bildgebenden Untersuchungssystem aufgenommenen Studien jeweils zunächst ein Prioritätscode zugeordnet wird und in Abhängigkeit von dem Prioritätscode die betreffende Studie 30 entweder sofort auf einen dem betreffenden bildgebenden Untersuchungssystem zugeordneten ersten Rechner bearbeitet wird oder die Studie, bzw. die Bild- und sonstigen Daten dieser Studie, zunächst für eine spätere Bearbeitung in einer Speicheranrichtung zwischengespeichert wird und dabei eine der 35 Studie zugeordnete Kennung in einer Bearbeitungsauftragsliste gespeichert wird. Zu späteren Zeitpunkten werden dann die Studien, deren Kennung in der Bearbeitungsauftragsliste ge-

speichert sind, nach einer vorgegebenen Abfolge bearbeitet, wobei dem ersten Rechner weitere Rechner zugeordnet sind, mit denen der erste Rechner über ein Netzwerk verbunden ist, und wobei eine Verfügbarkeit der zugeordneten weiteren Rechner 5 geprüft wird und, sofern einer der zugeordneten Rechner für eine Bearbeitung der Studie verfügbar ist, eine zwischengespeicherte Studie an den betreffenden, zugeordneten Rechner übermittelt wird, welcher die Studie empfängt und automatisch bearbeitet.

10

Bei dem zugeordneten ersten Rechner kann es sich zum Beispiel um den Host-Rechner des Untersuchungssystems, z. B. eines MR-Scanners, selbst handeln. Es kann sich aber auch um einen zentralen Rechner eines Klinik- oder eines Praxissystems handeln, welcher üblicherweise für die Bearbeitung der Studien dieses bildgebenden Untersuchungssystems verantwortlich ist. 15

Bei der Kennung kann es sich um einen beliebigen Datenstring oder Datensatz handeln, welcher die Identifizierung der in 20 der Speichereinrichtung zwischengespeicherten Studie, d.h. der dort hinterlegten zu der Studie gehörenden Bild- und sonstigen Daten, erlaubt. Beispielsweise kann es sich hierbei um eine Kennnummer und/oder den Namen des Patienten, das Aufnahmedatum oder das Untersuchungsgerät handeln. Die Bearbeitungsauftragsliste enthält dann diese Kennung gegebenenfalls 25 gemeinsam mit dem Prioritätscode in einer Form, welche die Koordinierung der Bearbeitung der einzelnen Studien erlaubt. Eine solche Bearbeitungsauftragsliste kann so ausgeführt sein, dass jeweils eine neu hinzukommende Studie bzw. deren 30 Kennung hinten an die Liste angefügt wird und gegebenenfalls der Prioritätscode hinzugefügt wird. Es kann aber auch eine Sortierung nach Prioritätscodes erfolgen oder es können sogar mehrere Teillisten für Studien mit unterschiedlichen Prioritätscodes geführt werden. Insofern umfasst der Begriff „Bearbeitungsauftragsliste“ auch eine Datenbank, welche eine entsprechende Kontrolle und Verwaltung der noch anstehenden Bearbeitungsaufträge erlaubt. Die Bearbeitungsauftragsliste 35

kann von dem ersten Rechner selbst oder auch von einem damit verbundenen zweiten Rechner, beispielsweise von einem Zentralrechner eines Klinik- oder Praxissystems, kontrolliert werden.

5

Die Abfolge der Bearbeitung der Studien, deren Kennung in der Bearbeitungsauftragsliste gespeichert sind, kann je nach den örtlichen Gegebenheiten und Erfordernissen vorgegeben werden. Vorzugsweise erfolgt die Bearbeitung unter Berücksichtigung 10 der zugeordneten Prioritätscodes und ansonsten der Reihe nach, d. h. nach Alter des Aufnahmezeitpunkts der Studie.

Die Verfügbarkeitsprüfung, bei der festgestellt wird, ob ein zugeordneter weiterer Rechner für eine Bearbeitung einer Studie 15 zur Verfügung steht, umfasst vorzugsweise nicht nur die Kontrolle, ob überhaupt ein entsprechender Rechner mit der benötigten Kapazität eingeschaltet ist und Daten übernehmen kann, sondern auch eine Belastungsprüfung des zugeordneten Rechners.

20

Zur Durchführung dieses Verfahrens wird ein Rechnersystem benötigt, welches zumindest einen mit einem bildgebenden Untersuchungssystem verbundenen ersten Rechner, eine Mehrzahl von über ein Netzwerk untereinander und mit dem ersten Rechner 25 verbundenen, dem ersten Rechner zugeordneten weiteren Rechner sowie Prioritätszuordnungsmittel zur Zuordnung eines Prioritätscodes zu einer von dem bildgebenden Untersuchungssystemen aufgenommenen Studie aufweist. Dabei müssen der erste Rechner und die zugeordneten Rechner jeweils Mittel zur automatischen 30 Bearbeitung von Studien bildgebender Untersuchungssysteme aufweisen. Der erste Rechner muss außerdem derart ausgebildet sein, dass bei bestimmten Prioritätscodes die Studie sofort auf dem betreffenden Rechner bearbeitet wird und ansonsten die Studie in einer Speichereinrichtung hinterlegt wird. Zumindest einer der zum Rechnernetzwerk gehörigen Rechner - hierbei kann es sich um den ersten Rechner selbst oder einen weiteren Rechner, beispielsweise einen zentralen Rechner han-

5 deln - muss Mittel aufweisen, um für die in der Speichereinrichtung hinterlegten Studien jeweils eine der betreffenden Studie zugeordnete Kennung in einer Bearbeitungsauftragsliste zu speichern und eine Bearbeitung der Studien dadurch zu veranlassen, dass eine Verfügbarkeit der zugeordneten Rechner geprüft wird und, sofern einer der zugeordneten Rechner zur Bearbeitung einer Studie verfügbar ist, eine Übermittlung einer zwischengespeicherten Studie an den betreffenden zugeordneten Rechner erfolgt.

10

Bei den zugeordneten Rechnern kann es sich um beliebige Rechner handeln, die über das Netzwerk, beispielsweise ein Krankenhaus- oder Praxis-Intranet oder das Internet, zu einem bestimmten aktuellen Zeitpunkt, regelmäßig zu festgelegten Zeiten, beispielsweise immer nachts, oder grundsätzlich für ausgelagerte Rechenaufträge zur Verfügung stehen. Hierbei kann es sich insbesondere auch um Rechner handeln, welche ebenfalls jeweils bestimmten bildgebenden Untersuchungssystemen zugeordnet sind und in der Regel die Studien, die auf ihren „eigenen“ bildgebenden Untersuchungssystemen aufgenommen wurden, bearbeiten. Sofern diese Rechner von dem ihnen zugeordneten bildgebenden Untersuchungssystem keine Daten zu bearbeiten haben, stehen sie im Prinzip zur Bearbeitung anderer Rechenaufträge zur Verfügung.

25

Sofern es sich bei dem Netzwerk um ein größeres Netzwerk, beispielsweise ein Intranet einer Praxiskette oder von miteinander verbundenen Kliniken oder um das Internet handelt, ist es auch möglich, dass sich die unterschiedlichen Praxen bzw. Kliniken, welche an das Netz angeschlossen sind, gegenseitig Rechenkapazitäten zur Verfügung stellen, die aktuell nicht benötigt werden.

35 Die nebengeordneten Ansprüche enthalten jeweils besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

Der Prioritätscode der Studie kann beispielsweise bereits beim Einchecken eines Patienten für eine Untersuchung vom Untersuchungspersonal eingegeben werden. Hierzu müssen die Prioritätszuordnungsmittel eine Benutzerschnittstelle zur Eingabe eines Prioritätscodes für eine bestimmte Studie bzw. für eine aus mehreren Studien bestehende, komplette Untersuchung aufweisen, so dass dieser Prioritätscode dann den einzelnen Studien zugeordnet wird.

Bei einem alternativen bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Prioritätscodes automatisch in Abhängigkeit von der Studie zugeordnet. Hierzu können die Prioritätszuordnungsmittel beispielsweise einen Speicher mit einer Liste von Studienarten aufweisen, denen jeweils ein Prioritätscode zugeordnet ist. Der Begriff „Studienart“ ist hier so zu verstehen, dass damit festgelegt wird, für welchen Zweck die Studie erfolgt, d. h. die Priorität wird in diesem Fall durch die Fragestellung der Untersuchung bestimmt. So ist beispielsweise in der Regel davon auszugehen, dass bei Untersuchungen wegen Herzinfarkt- oder Schlaganfall Verdacht oder ähnlichen akuten Problemen eine sehr hohe Priorität gegeben wird, da hierbei sofort eine Bearbeitung der Studie erfolgen muss. Wiederholungsuntersuchungen zur Bestätigung von früheren Untersuchungen oder zur Nachkontrolle bei Tumorpatienten etc. sollten dagegen eine mittlere Priorität aufweisen, so dass die Ergebnisse innerhalb weniger Tage zur Verfügung stehen. Reine Vorsorgeuntersuchungen bei nichtsymptomatischen Patienten können dagegen mit einer niedrigen Priorität bearbeitet werden, da hier in der Regel die Zeit bis zur Erstellung des Befunds nach der Untersuchung regelmäßig unkritisch ist.

Bei einem besonders bevorzugten Verfahren erfolgt zunächst eine automatische Vor-Auswertung zumindest eines Teils der Studie, z. B. eines Teils der Bilder oder eines einzelnen Übersichtsbildes wie beispielsweise eines Tomogramms bei einer CT-Untersuchung. In Abhängigkeit von dabei ermittelten Vor-Auswertungsdaten der Studie wird dann ein Prioritätscode

zugeordnet. Eine solche Vor-Auswertung kann auch erfolgen, wenn vorher bereits ein Prioritätscode zugeordnet wurde. Es wird dann entsprechend ein neuer Prioritätscode zugeordnet, sofern dies aufgrund der ermittelten Vor-Auswertungsdaten 5 notwendig ist. Ein Beispiel hierfür ist eine sehr kurze, nur wenige Rechenzeit benötigende Vor-Auswertung von reinen Vorsorgestudien, um festzustellen, ob gegebenenfalls in dem ausgewerteten Teil der Studie ein Hinweis auf eine Anomalie zu finden ist. Nur wenn solche Anomalien innerhalb des vor- 10 ausgewerteten Materials sich andeuten, wird die Studie mit einer höheren Priorität versehen und dementsprechend schneller vollständig bearbeitet. Bei der Vor-Auswertung kann beispielsweise eine Analyse des betreffenden Bildes bzw. der Bildserie hinsichtlich bestimmter Merkmale und/oder der Über- 15 schreitung bestimmter festgelegter Grenzwerte erfolgen, z. B. einem maximalen Grauwert innerhalb bzw. in einem bestimmten Bereich des Bildes, was auf pathologische Veränderungen hinweisen könnte.

20 Hierzu ist es erforderlich, dass das Rechnersystem - vorzugsweise der erste Rechner, welcher dem bildgebenden Untersuchungssystem zugeordnet ist - eine Vor-Auswertungseinrichtung aufweist, die zunächst die automatische Vor-Auswertung zumindest eines Teils der Studie durchführt und die dabei ermittelten Vor-Auswertungsdaten an die Prioritätszuordnungsmittel 25 übermittelt. Die Prioritätszuordnungsmittel müssen dabei derart ausgebildet sein, dass sie in Abhängigkeit von den Vor-Auswertungsdaten der betreffenden Studie einen Prioritätscode zuordnen bzw., wenn bereits ein Prioritätscode vergeben war, 30 neu zuordnen, sofern dies erforderlich ist. Diese Vor-Auswertungseinrichtung umfasst vorzugsweise eine entsprechende Bildverarbeitungseinheit zur Durchführung einer Merkmalsanalyse.

35 Um die Verfügbarkeit der zugeordneten Rechner zu prüfen, wird vorzugsweise in regelmäßigen Zeitabständen die Belastung der Prozessoren bzw. der CPUs der zugeordneten weiteren Rechner

abgefragt. Dabei kann beispielsweise nach Belastungen von unter 10 %, unter 50 % und über 50 % klassifiziert werden. Sofern die Belastung unter 10 % liegt, wird dies als Standby-Modus des betreffenden Rechners gewertet. Eine Belastung unter 50 % wird als gering und eine Belastung von über 50 % als hoch angesehen. Es werden dann Studien vorteilhafterweise nur an un- bzw. geringbelastete Rechner versendet, wobei vorrangig unbelastete Rechner genutzt werden.

10 Vorzugsweise werden die ausgelagerten Arbeitsaufträge auf den jeweiligen Rechnern dann mit niedriger absoluter Priorität bearbeitet, so dass sichergestellt ist, dass keine Behinderung eventuell anfallender lokaler Arbeitsprozesse auftritt.

15 Um das Netzwerk nicht durch unnötigen Datenversand zu stark zu belasten, wird vorzugsweise in regelmäßigen zeitlichen Abständen und/oder vor einer Versendung einer Studie eine Auslastung des Netzwerks gemessen. Es erfolgt nur dann eine Versendung der Studie an den zugeordneten Rechner, wenn die 20 Netzauslastung einen vorgegebenen Schwellwert nicht überschreitet. Hierzu muss das Rechnersystem entsprechende Mittel zur Messung der Auslastung des Netzwerks aufweisen.

25 Vorzugsweise weist das Rechnersystem einen zentralen Rechner auf, welcher die Bearbeitungsauftragsliste kontrolliert sowie die Verfügbarkeit der zugeordneten Rechner und gegebenenfalls die Auslastung des Netzwerks prüft und der die Übermittlung einer zwischengespeicherten Studie an einen verfügbaren Rechner veranlasst. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die 30 Verteilung der Aufgaben auf die zur Verfügung stehenden Rechenkapazitäten möglichst koordiniert abläuft.

35 Darüber hinaus ist es aber auch möglich, dass sich die einzelnen, den verschiedenen bildgebenden Untersuchungssystemen zugeordneten Rechner untereinander verständigen und gegenseitig Rechenzeiten „ausleihen“, sofern ihre Kapazitäten nicht voll ausgelastet sind. Auch in diesem Fall sollte aber vor-

zugsweise einer der Rechner die Kontrolle über die Bearbeitungsauftragsliste übernehmen und so für eine Koordinierung sorgen.

5 Sinnvollerweise werden dabei zusammenhängende Studien, auch gemeinsam, vorzugsweise auf dem gleichen Rechner zur gleichen Zeit bzw. nacheinander, mit der gleichen Priorität bearbeitet. Hierzu zählen beispielsweise Studien, die zu einer Untersuchung oder gegebenenfalls auch zu verschiedenen Untersu-
10 chungen desselben Patienten gehören oder die als Vergleichs- untersuchungen z. B. für Medikamentenstudien zusammengehören.

Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beige-
fügten Figuren anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläu-
15 tert. Aus dem beschriebenen Beispiel sowie den Zeichnungen ergeben sich weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung. Es zeigen:

Figur 1 eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Rechner-
20 systems,

Figur 2 ein Flussdiagramm für einen möglichen Verfahrensab-
lauf von der Patientenaufnahme bis zur Bearbeitung einer Stu-
die gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

25 Das in Figur 1 dargestellte Rechnersystem umfasst insgesamt vier bildgebende Untersuchungssysteme 11, 12, 13, 14, im Fol-
genden auch Modalitäten genannt, welche jeweils mit einem zu-
geordneten Rechner 1, 2, 3, 4 direkt verbunden sind. Diese
30 Rechner 1, 2, 3, 4 dienen zur Ansteuerung der jeweiligen Mo-
dalität 11, 12, 13, 14 und zur Bearbeitung, insbesondere zur
Auswertung bzw. Befundung, der von den Modalitäten 11, 12,
13, 14 erzeugten Studien. Die einzelnen Rechner 1, 2, 3, 4
der Modalitäten 11, 12, 13, 14 sind jeweils über ein Netzwerk
35 10, beispielsweise ein Bus-System, untereinander verbunden.

An das Netzwerk 10 ist außerdem ein Speicher 6 zur Speicherung und Archivierung der Studien angeschlossen. Weiterhin ist am Netzwerk 10 ein Zentralrechner 5 angeschlossen, der als Netzwerkserver dient und der ebenfalls Rechenkapazitäten 5 zur Bearbeitung von Studien zur Verfügung stellt. Dieser Zentralrechner 5 dient hier auch zur Verwaltung des Speichers 6.

10 Im Übrigen sind an das Netzwerk 10 Bildschirmarbeitsplätze 7, 8 angeschlossen, beispielsweise in Form von PCs oder Workstations, welche ebenfalls eine Bearbeitung von Bilddaten, insbesondere auch eine Sichtung oder eine Befundung durch Bedienpersonal erlauben, und welche hier beispielsweise auch zum Einchecken eines Patienten vor einer Untersuchung verwendet werden können.

15 Die Patientendaten, die an einem solchen Bildschirmarbeitsplatz 7, 8 eingegeben werden, werden über das Netzwerk 10 zu dem Rechner 1, 2, 3, 4 übermittelt, welcher für die Modalität 20 11, 12, 13, 14 zuständig ist, an dem der jeweilige Patient untersucht werden soll. Außerdem werden die Daten gegebenenfalls auch an den Netzwerkserver 5 übergeben und im Speicher 6 des Systems hinterlegt.

25 Schließlich ist an dem Netzwerk 10 ein Drucker 9 zum Ausdrucken von Patientendaten sowie von Untersuchungsergebnissen, wie z. B. Bildern oder Befunden, angeschlossen.

30 Es wird an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem dargestellten Netzwerk 10 lediglich um ein Ausführungsbeispiel handelt und dass ein Netzwerk zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren auch eine vollständig andere Architektur aufweisen kann. Beispielsweise können mehrere Modalitäten einem gemeinsamen Rechner zugeordnet sein. Ebenso können die Modalitäten auch direkt an das Netzwerk angeschlossen sein und über das Netzwerk mit dem jeweils zugeordneten Rechner kommunizieren. Des Weiteren ist es

auch möglich, dass eine einzelne Modalität direkt mehreren Rechnern zugeordnet ist, die speziell zur Bearbeitung der Daten dieser Modalität vorgesehen sind. Es ist außerdem klar, dass an das Netzwerk auch erheblich mehr oder weniger Modalitäten angeschlossen sein können. Ebenso können auch mehrere unterschiedliche Speichereinrichtungen sowie mehrere Großrechner und auch eine höhere Anzahl von Bildarbeitsplätzen und Druckern am Netzwerk angeschlossen sein. Insbesondere ist es auch möglich, dass das Netzwerk über eine entsprechende Schnittstelle an ein größeres Netz, beispielsweise das Internet, angeschlossen ist, und so wiederum mit weiteren Rechnern oder lokalen Netzwerken verbunden ist.

Zur Übermittlung der Bilder und der administrativen Daten zur Untersuchung der Patienten können im Übrigen alle für radiologische Informationssysteme (RIS) oder für Bildinformationsysteme (PACS, Picture Archiving and Communication System) geeignete Standards verwendet werden, wie beispielsweise die in radiologischen Informationssystemen häufig verwendeten Standards OSI, TCP/IP, DICOM und IPI.

Die Aufgaben der einzelnen Komponenten des Systems werden im Folgenden anhand des Flussdiagramms gemäß Figur 2 an einem Ausführungsbeispiel erläutert. In diesem Flussdiagramm ist der Verfahrensablauf vom Einchecken des Patienten bis zur Bearbeitung einer bei einer Untersuchung des Patienten erzeugten Studie dargestellt, wobei es sich hierbei um einen Verfahrensablauf handelt, der auf verschiedenen am Netzwerk angeschlossenen Komponenten durchgeführt wird.

Das Verfahren beginnt im Verfahrensschritt I mit dem Einchecken des Patienten, beispielsweise an einem der Bildschirmarbeitsplätze 8. An diesem Bildschirmarbeitsplatz 8 werden die persönlichen Daten des Patienten aufgenommen und es wird spezifiziert, welche Untersuchung durchgeführt werden soll, beispielsweise eine akute Untersuchung, eine Nachfolgeuntersuchung oder eine Vorsorgeuntersuchung. Diese Daten werden dann

an einen Rechner 1 übermittelt, der derjenigen Modalität 11 zugeordnet ist, die für die Untersuchung vorgesehen und gebucht ist. Gleichzeitig erhält der Patient die Anweisung, sich an dieser Modalität 11, hier einem Kernspintomographen, 5 einzufinden, worauf sich der Patient dorthin begibt.

Neben den üblichen Aufgaben, die dann auf dem zugeordneten ersten Rechner 1 der Modalität 11 vor einer Untersuchung erledigt werden, wird unter anderem hier ein Prioritätscode P 10 festgelegt. Dies kann entweder durch Eingabe durch das Personal mittels der Benutzerschnittstelle des ersten Rechners 1, bestehend aus einer Tastatur 16 und einem Bildschirm 17, erfolgen. Vorzugsweise erfolgt die Festlegung des Prioritätscode P aber bereits automatisch in einem Prioritätszuordnungsmodul 18, welches in Form von Software auf dem betreffenden Rechner 1 realisiert ist.

Dieses Prioritätszuordnungsmodul 18 enthält einer Studienartliste SL, in welcher für verschiedene Studienarten SA (bzw. 20 Untersuchungsarten) verschiedene Prioritätscodes P festgelegt sind. So erhalten reine Vorsorgeuntersuchungen von nichtsymptomatischen Patienten hier den Prioritätscode „4“, Untersuchungen von Medikamentenstudien einen Prioritätscode „3“, Nachfolgeuntersuchungen zur Kontrolle von Tumorpatienten den 25 Prioritätscode „2“ und sonstige Arten von Studien den Prioritätscode „1“. Dabei steht „1“ hier für die höchste Priorität, die eine sofortige Bearbeitung der Studien verlangt. Hierunter fallen somit alle akuten Untersuchungen, die nicht explizit in der Studienartliste SL bezeichnet sind. Die Studienartliste SL enthält insoweit lediglich eine Ausschlussliste 30 von den Untersuchungen, für die in der Regel zunächst keine sofortige Bearbeitung der bei der Untersuchung erzeugten Studien notwendig ist.

35 Das Prioritätszuordnungsmodul 18 stellt dann automatisch fest, um welche Art von Studie es sich handelt, und ordnet dementsprechend den Prioritätscode P zu. Alternativ ist es

auch möglich, dass die Prioritätszuordnung entweder manuell oder automatisch anhand der Studienart bereits am Bildschirmarbeitsplatz 8, an dem das Einchecken des Patienten erfolgte, durchgeführt wird.

5

Nachdem der Prioritätscode im Verfahrensschritt II festgelegt ist, erfolgt dann im Verfahrensschritt III die Untersuchung.

10 Anschließend wird in Verfahrensschritt IV geprüft, ob ein Prioritätscode P vorliegt, der eine sofortige Bearbeitung der Studie erfordert, hier ein Prioritätscode „1“. Ist dies der Fall, so wird in den Verfahrensschritten V und VI sofort die Studie bearbeitet, wobei im Verfahrensschritt V zunächst eine Befundung stattfindet und im Verfahrensschritt VI der Befund 15 ausgegeben und/oder gespeichert wird. Die Speicherung des Befunds erfolgt vorzugsweise gemeinsam mit den zugehörigen administrativen Daten und den bei der Studie erzeugten Bilddaten des Patienten innerhalb des Speichers 6. Die Ausgabe des Befunds kann beispielsweise am Bildschirm 17 des Rechners 1 20 und/oder über den Drucker 9 erfolgen. Anschließend wird im Verfahrensschritt VII der Vorgang beendet.

25 Wird dagegen im Verfahrensschritt IV festgestellt, dass der Prioritätscode P im vorliegenden Fall nicht „1“ ist, d. h. keine sofortige Bearbeitung notwendig ist, so wird die Studie im Verfahrensschritt VIII an den Zentralrechner 5 übergeben, welcher im darauffolgenden Verfahrensschritt VIV zunächst für eine Zwischenspeicherung der Studie im Speicher 6 sorgt. Außerdem wird im Verfahrensschritt X eine Kennung K, mit der 30 die Studie eindeutig identifizierbar ist, in eine Bearbeitungsauftragsliste BL eingetragen.

Bei einem in Figur 2 nicht dargestellten alternativen Ausführungsbeispiel wird zunächst auch für bestimmte Studien niedriger Priorität, z. B. reinen Vorsorgestudien, in einem in Form von Software auf dem ersten Rechner 1 realisierten Vor-Auswertungsmodul 19 eine relativ kurze, nur wenige Rechenzeit

benötigende Vor-Auswertung durchgeführt, um festzustellen, ob gegebenenfalls in dem ausgewerteten Teil der Studie ein Hinweis auf eine Anomalie zu finden ist. Wenn sich solche Anomalien innerhalb des vor-ausgewerteten Materials andeuten, wird
5 die Studie nachträglich mit einem Prioritätscode von „1“ versehen und dementsprechend sofort vollständig bearbeitet.

Die zwischengespeicherten Studien, deren Kennung K in der Bearbeitungsauftragsliste BL gespeichert sind, werden dann wie
10 folgt bearbeitet:

Der zentrale Rechner 5 prüft im Verfahrensschritt XI regelmäßig, ob ein anstehender Auftrag in der Bearbeitungsauftragsliste BL vorhanden ist.

15 Ist dies der Fall, so wird im Verfahrensschritt XII geprüft, ob ein Rechner verfügbar ist und ob das Netz 10 nicht überlastet ist. Zur Prüfung der Verfügbarkeit fragt der zentrale Rechner 5 in regelmäßigen Zeitabständen die Belastung der
20 CPUs aller zugeordneten Rechner 2, 3, 4 ab, welche zu einer Bearbeitung von Studien zur Verfügung stehen. Dabei kann er zusätzlich auch den ersten Rechner 1, von dem hier der betreffende Auftrag ursprünglich kommt, berücksichtigen und auch diesem, sofern er zu einem späteren Zeitpunkt nicht ausgelastet ist, einen Arbeitsauftrag zuweisen. Ebenso ist vorzugsweise der Zentralrechner 5 mit Mitteln ausgestattet, um
25 Studien automatisch zu bearbeiten. Das heißt, er kann auch selbst in der Bearbeitungsauftragsliste anstehende Studien bearbeiten, sofern er nicht zu stark belastet ist.

30 Die Belastung der Rechner wird dabei in drei Kategorien klassifiziert. Unter 10 % Auslastung wird davon ausgegangen, dass der jeweilige Rechner unbelastet ist und sich z. B. in einem Standby-Modus befindet. Bei unter 50 % Auslastung wird von einer geringen Belastung und bei über 50 Auslastung % von einer hohen Belastung ausgegangen.

Die Prüfung der Verfügbarkeit und die Kontrolle der Bearbeitungsauftragsliste BL erfolgt mit Hilfe eines Auftragskontrollmoduls 15, welches in Form geeigneter Software auf dem zentralen Rechner 5 implementiert ist. Die Rechner, die prinzipiell für eine Bearbeitung von Studien zur Verfügung stehen können, d. h. die zugeordneten Rechner, sind dem zentralen Rechner 5 in einer Rechnerliste RL vorgegeben. Sofern das Netzwerk erweitert wird, ist es lediglich notwendig, diesen neuen hinzukommenden Rechner in der Rechnerliste RL einzutragen.

Die Netzauslastung, d. h. die Performance des Netzwerks 10, kann beispielsweise in relativ einfacher Weise dadurch geprüft werden, dass der zentrale Rechner 5 ein Prüfsignal an eine am Netzwerk 10 angeschlossene, weitere Rechnerkomponente übersendet, die dieses Prüfsignal beantwortet. Wird dabei dafür gesorgt, dass die Reaktionszeit der antwortenden Rechnerkomponente selbst relativ gering ist, so hängt die Zeit bis zum Erhalt des Antwortsignals am zentralen Rechner 5 in erster Linie nur von der Auslastung des Netzes 10 ab. Von daher wird vorzugsweise das zu beantwortende Prüfsignal an eine nur wenig belastete Komponente geschickt, beispielsweise an den Drucker 9. Ein typisches Beispiel für eine Versendung eines zu beantwortenden Signals ist die sogenannte „Ping“-Funktion in einem Unix-Netz. Liegt die gemessene Beantwortungszeit oberhalb eines gewissen Schwellwerts, so wird davon ausgegangen, dass das Netzwerk 10 überlastet ist, und es werden keinerlei Studien vom Speicher 6 an die zugeordneten Rechner zur Bearbeitung übergeben. Diese Prüfung der Netzperformance kann in regelmäßigen zeitlichen Abständen – auch nahezu permanent – oder jedes Mal dann erfolgen, wenn eine Versendung von umfangreichen Studiendaten beabsichtigt ist. Auf dem zentralen Rechner 5 ist hierzu ein Netzauslastungstestmodul 20 in Form von geeigneter Software implementiert, welches mit dem Auftragskontrollmodul 15 zusammenarbeitet.

Sofern sich im Verfahrensschritt XII gemäß Figur 2 herausstellt, dass ein Rechner verfügbar ist und das Netz nicht überlastet ist, wird im Verfahrensschritt XIII eine Studie aus dem Zwischenspeicher 6 an den betreffenden Rechner, hier 5 einen einer anderen Modalität 12 zugeordneten Rechner 2, übersendet. Dieser führt dann im Verfahrensschritt XIV die automatische Befundung durch. Im Verfahrensschritt XV wird der Befund wieder beispielsweise am Drucker 9 ausgegeben und im Speicher 6 gespeichert. Anschließend wird im Verfahrensschritt XIV die Bearbeitung beendet, und der betreffende Rechner 2 steht gegebenenfalls erneut zur Übernahme weiterer 10 Arbeitsaufträge durch den zentralen Rechner 5 zur Verfügung.

Der von dem zentralen Rechner 5 zugewiesene Arbeitsauftrag 15 wird auf dem betreffenden Rechner 2 nur mit einer relativ niedrigen absoluten Priorität bearbeitet, so dass für eine Bearbeitung von aktuell von der eigenen Modalität 12 kommenden Aufträgen keine zeitlichen Nachteile entstehen.

20 Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden die Rechenkapazitäten des gesamten Rechnersystems optimal genutzt, ohne dass es bei Anwendungen, welche eine schnelle Antwortzeit erfordern, zu Verzögerungen kommen kann. Auf diese Weise können die Kosten, insbesondere für solche Untersuchungen, welche 25 nicht zeitkritisch sind, wie beispielsweise reine Vorsorgeuntersuchungen, gesenkt werden, so dass diese letztlich als Vorsorgeuntersuchung in größerem Umfang auch bei nichtsymptomatischen Personen finanziert werden. Die Erfindung ist im Übrigen aber nicht auf eine Verwendung im medizinischen Bereich beschränkt, sondern kann auch in anderen Bereichen eingesetzt werden, in denen eine automatische Bearbeitung von 30 Studien bildgebender Untersuchungssysteme gefragt ist, wie z.B. bei Materialprüfungseinrichtungen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Bearbeitung von Studien bildgebender Untersuchungssysteme (11, 12, 13, 14),
5 dadurch gekennzeichnet, dass den von einem bildgebenden Untersuchungssystem (11) aufgenommenen Studien jeweils zunächst ein Prioritätscode (P) zugeordnet wird, und in Abhängigkeit von dem Prioritätscode (P)
10 die betreffende Studie entweder sofort auf einem dem betreffenden bildgebenden Untersuchungssystem (1) zugeordneten ersten Rechner (1) bearbeitet wird, oder die Studie zunächst für eine spätere Bearbeitung in einer Speichereinrichtung (6) zwischengespeichert und eine der
15 Studie zugeordnete Kennung (K) in einer Bearbeitungsauftragsliste (BL) gespeichert wird, und dann zu späteren Zeitpunkten die Studien, deren Kennungen (K) in der Bearbeitungsauftragsliste (BL) gespeichert sind, nach einer vorgegebenen Abfolge bearbeitet werden,
20 wobei dem ersten Rechner (1) weitere Rechner (2, 3, 4, 5) zugeordnet sind, mit denen der erste Rechner (1) über ein Netzwerk (10) verbunden ist, und wobei eine Verfügbarkeit der zugeordneten weiteren Rechner (2, 3, 4, 5) geprüft wird,
25 und sofern einer der zugeordneten Rechner (2) für eine Bearbeitung einer Studie verfügbar ist, eine zwischengespeicherte Studie an den betreffenden zugeordneten Rechner (2) übermittelt wird, welcher die Studie empfängt und automatisch bearbeitet.
30 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfung der Verfügbarkeit der zugeordneten weiteren Rechner (2, 3, 4, 5) eine Auslastungsprüfung der betreffenden Rechner (2, 35 3, 4, 5) umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Zu-
ordnung eines Prioritätscodes (P) zu einer Studie automatisch
in Abhängigkeit von der Art (SA) der Studie erfolgt.

5

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass zunächst
eine automatische Vor-Auswertung zumindest eines Teils der
Studie erfolgt und in Abhängigkeit von dabei ermittelten Vor-
10 Auswertungsdaten der Studie ein Prioritätscode zugeordnet
wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass bei der
15 Vor-Auswertung eine Analyse des Bilds hinsichtlich bestimmter
Merkmale und/oder festgelegter Grenzwerte erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass eine
20 Auslastung des Netzwerks (10) gemessen wird und nur dann eine
Versendung einer Studie an einen zugeordneten Rechner (2, 3,
4, 5) erfolgt, wenn die Netzauslastung einen vorgegebenen
Schwellwert nicht überschreitet.

25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Ab-
folge der Bearbeitung der zwischengespeicherten Studien unter
Berücksichtigung der den jeweiligen Studien zugeordneten Pri-
oritäten erfolgt.

30

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Be-
arbeitungsauftragsliste (BL) von einem zentralen Rechner (5)
des Netzwerks (10) kontrolliert wird, welcher die Verfügbar-
35 keit der zugeordneten Rechner (2, 3, 4, 5) prüft und gegebe-
nenfalls die Auslastung des Netzwerks (10) prüft und der die

Übermittlung der zwischengespeicherten Studien an die zugeordneten Rechner (2) veranlasst.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

5 durch gekennzeichnet, dass zusammenhängende Studien gemeinsam von einem Rechner bearbeitet werden.

10. Rechnersystem (1 bis 10) zur automatischen Bearbeitung

10 von Studien bildgebender Untersuchungssysteme gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

gekennzeichnet durch

zumindest einen ersten Rechner (1), welcher mit einem bildgebenden Untersuchungssystem (11) verbunden ist,

15 Prioritätszuordnungsmittel (16, 17, 18, 19, SL) zur Zuordnung von Prioritätscodes (P) zu den vom dem bildgebenden Untersuchungssystem (11) aufgenommenen Studien

und eine Mehrzahl von über ein Netzwerk (10) untereinander

und mit dem ersten Rechner (1) verbundenen, dem ersten Rechner zugeordneten weiteren Rechnern (2, 3, 4, 5),

wobei der erste Rechner (1) und die zugeordneten Rechner (2, 3, 4, 5) jeweils Mittel zur automatischen Bearbeitung von Studien bildgebender Untersuchungssysteme aufweisen,

und wobei der erste Rechner (1) derart ausgebildet ist, dass

25 bei bestimmten Prioritätscodes (P) die Studie sofort auf dem betreffenden Rechner (1) bearbeitet wird und ansonsten die Studie in einer Speichereinrichtung (6) hinterlegt wird,

und wobei zumindest einer der zum Netzwerk (10) gehörigen Rechner (5) Mittel (15) aufweist, um für die in der Spei-

30 chereinrichtung (6) hinterlegten Studien jeweils eine der betreffenden Studie zugeordnete Kennung (K) in einer Bearbeitungsauftragsliste (BL) zu speichern und eine Bearbeitung der Studien dadurch zu veranlassen, dass eine Verfügbarkeit der zugeordneten Rechner (2, 3, 4, 5) geprüft wird

35 und, sofern einer der zugeordneten Rechner (2) für eine Bearbeitung einer Studie verfügbar ist, eine Übermittlung einer

zwischengespeicherten Studie an den betreffenden zugeordneten Rechner (2) erfolgt.

11. System nach Anspruch 10,

5 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h Mittel zur Prüfung einer Auslastung der zugeordneten Rechner (2, 3, 4, 5).

12. System nach Anspruch 10 oder 11,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Prioritätszuordnungsmittel (16, 17) eine Benutzerschnittstelle (16, 17) zur Eingabe eines Prioritätscodes (P) für eine bestimmte Studie aufweisen.

15 13. System nach einem der Ansprüche 10 bis 12, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Prioritätszuordnungsmittel (16, 17, 18, SL) einen Speicher mit einer Liste (SL) von Studienarten umfassen, denen jeweils ein Prioritätscode (P) zugeordnet ist.

20 14. System nach einem der Ansprüche 10 bis 13, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der erste Rechner (1) eine Vor-Auswertungseinrichtung (19) aufweist, welche zunächst eine automatische Vor-Auswertung zumindest 25 eines Teils einer Studie durchführt und dabei ermittelte Vor-Auswertungsdaten an die Prioritätszuordnungsmittel (18) übermittelt, wobei die Prioritätszuordnungsmittel (18) derart ausgebildet sind, dass sie in Abhängigkeit von den Vor-Auswertungsdaten 30 der betreffenden Studie den Prioritätscode (P) zuordnen.

15. System nach Anspruch 14,

35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Vor-Auswertungseinrichtung eine Bildverarbeitungseinheit zur Durchführung einer Merkmalsanalyse umfasst.

16. System nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h Mittel
(20) zur Messung der Auslastung des Netzwerks (10).

5 17. System nach einem der Ansprüche 10 bis 16,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h einen
zentralen Rechner (5), welcher die Bearbeitungsauftragsliste
(BL) kontrolliert sowie die Verfügbarkeit der zugeordneten
Rechner (2, 3, 4, 5) und gegebenenfalls die Auslastung des
10 Netzwerks (10) prüft und welcher die Übermittlung einer zwi-
schengespeicherten Studie an einen verfügbaren zugeordneten
Rechner (2) veranlasst.

Zusammenfassung

Verfahren und Rechnersystem zur automatischen Bearbeitung von Studien bildgebender Untersuchungssysteme

5

Es wird ein Verfahren zur automatischen Bearbeitung von Studien bildgebender Untersuchungssysteme (11, 12, 13, 14) beschrieben, bei dem den Studien jeweils zunächst ein Prioritätscode (P) zugeordnet wird. In Abhängigkeit von dem Prioritätscode (P) wird die betreffende Studie entweder sofort auf einem dem betreffenden Untersuchungssystem (1) zugeordneten ersten Rechner (1) bearbeitet oder sie wird zunächst in einer Speichereinrichtung (6) zwischengespeichert und dabei eine der Studie zugeordnete Kennung (K) in einer Bearbeitungsauftragsliste (BL) gespeichert. Diese Studien werden dann zu späteren Zeitpunkten nach einer vorgegebenen Abfolge bearbeitet. Dem ersten Rechner (1) sind hierzu weitere Rechner (2, 3, 4, 5) zugeordnet. Es wird dann eine Verfügbarkeit der zugeordneten weiteren Rechner (2, 3, 4, 5) geprüft und sofern einer der zugeordneten Rechner (2) für eine Bearbeitung einer Studie verfügbar ist, wird eine zwischengespeicherte Studie an den betreffenden zugeordneten Rechner (2) zur Bearbeitung übermittelt. Darüber hinaus wird ein entsprechendes Rechnersystem beschrieben.

25

FIG 1

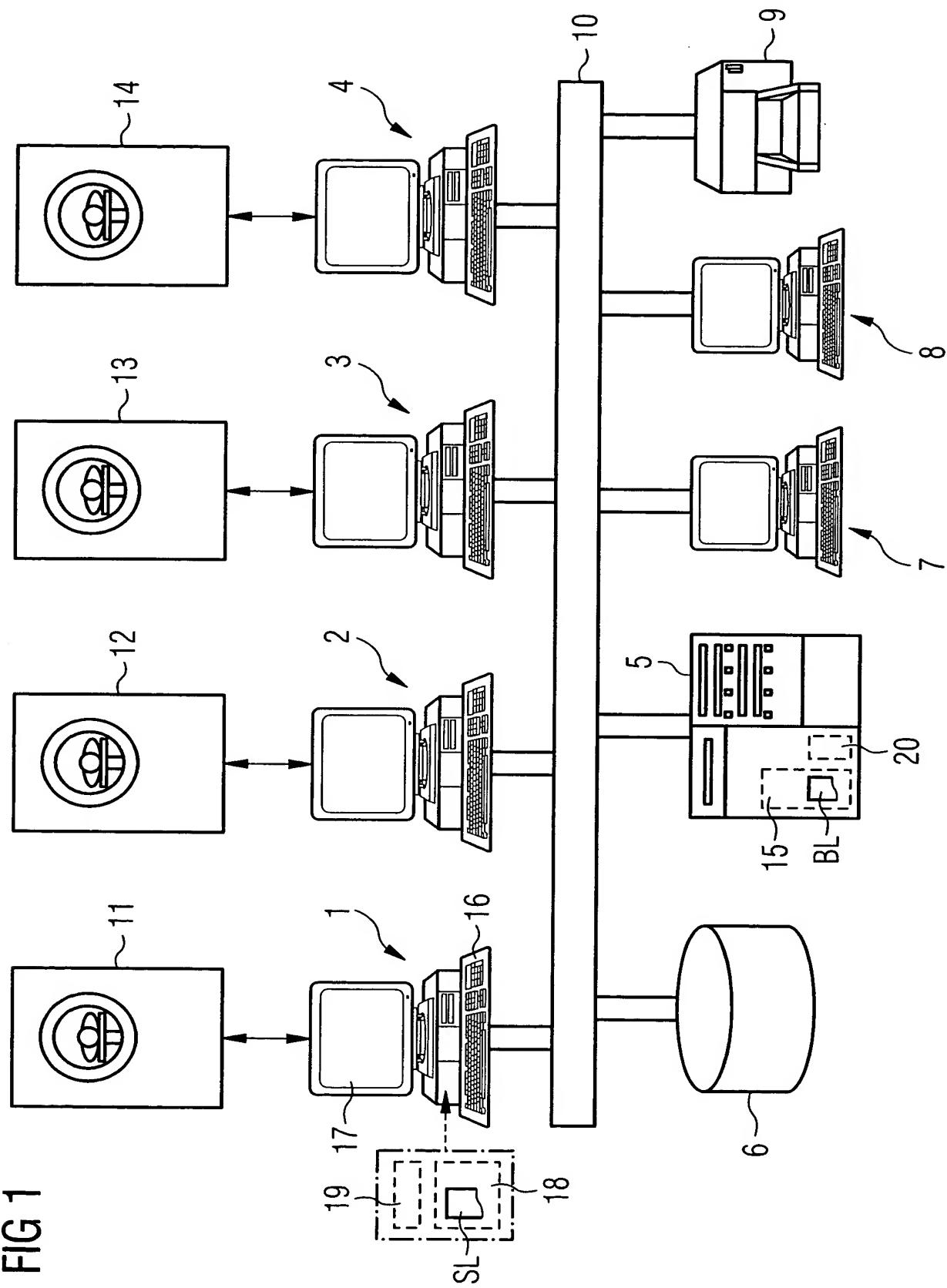


FIG 2

